

УДК 631.372

В.Є. Мороз, проф., канд. техн. наук*Кіровоградський національний технічний університет*

Складання нормативних таблиць затрат часу при ремонті обладнання

У статті обґрунтовується методика визначення оперативного часу на виконання ручних та машино-ручних операцій, які використовуються при ремонті обладнання.

нормоутворюючі фактори, оформлення нормативних матеріалів, точність нормативів, точність значень часу, інтервали зміни факторів, допустиме відхилення нормативу, кількість значень факторів

Розробка методик для визначення затрат робочого часу та норм виробітку на виконання ручних та машино-ручних операцій при ремонті обладнання у сільськогосподарському виробництві має велике значення у реформуванні сільського господарства.

Проблемі технічного нормування праці, її ролі в процесі становлення економіки, присвячені дослідження відомих вітчизняних вчених Л. Фільштейна, В. Данюка, І. Багрової, В. Плакова.

Проте, незважаючи на чисельні дослідження у сфері технічного нормування, методика визначення норм та нормативів праці у ремонтному виробництві, потребує подальшого дослідження. Тому метою написання статті є застосування розробленої методики визначення норм та нормативів праці у ремонтному виробництві агропромислового комплексу, яка здатна значно підвищити продуктивність праці ремонтників та якість ремонту.

При складанні нормативних таблиць попередньо визначають інтервали зміни нормоутворюючих факторів з таким розрахунком, що би відхилення нормативу, (в заданому інтервалі) від середнього його значення, не виходили за поріг прийнятої точності.

Допустимі відхилення в цьому випадку визначають за формулою:

$$\gamma = \left(\frac{100 + \delta}{100 - \delta} - 1 \right) \times 100\%, \quad (1)$$

де γ – допустиме відхилення в %;

δ – прийнята ступінь точності нормативу в %.

Кількість інтервалів визнається за умови необхідної точності нормативів, що розробляються. На практиці розрахунку нормативів застосовують наступну їх точність (таблиця 1).

Таблиця 1

Тип виробництва	Точність нормативів δ , %
Масове	3–5
Крупносерійне	5–8
Серійне	8–10
Дрібносерійне та одиничне	10–20

Округлення числових значень нормативних величин часу виконується у залежності від типу виробництва, способів виконання робіт (ручні, машині) складу

затрат часу (основний, допоміжний, підготовчо-заклучний час) та ступеня укрупнення нормативів.

При розрахунках нормативів рекомендується приймати точність значень часу, указану у таблиці 2.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування нормативів та категорій затрат часу	Тип виробництва	Точність значень часу
1	Основний, допоміжний час при розділеному визначенні	Дрібносерійне, одиничне	Соті долі хвилини
2	Оперативний час	Серійне, дрібносерійне	Десяті долі хвилини
3	Штучний, штучно-калькуляційний час: а) при затратах часу більше 10хв; б) при затратах часу менше 10хв;	Усі типи виробництва	Цілі хвилини Десяті долі хвилини
4	Підготовчо-заклучний час	Усі типи виробництва	Цілі хвилини

Інколи належить задавати час на партію – 10-100 деталей. З метою найбільш можливого зменшення розмірів таблиць, числові значення нормативів бажано подавати у вигляді ряду геометричної прогресії із знаменником, який враховує допустимі відхилення.

Значення часу в цьому випадку визначають за формулою:

$$t_i = t_{\min} \left(1 + \frac{\gamma}{100} \right)^{i-1}, \quad (2)$$

де i – порядковий номер нормоутворюючого фактора;

$\left(1 + \frac{\gamma}{100} \right)$ – знаменник геометричної прогресії.

Користуючись виразом (3), визначають кількість значень нормоутворюючих факторів за формулою:

$$n \geq \frac{\lg \beta}{\lg \left(1 + \frac{\gamma}{100} \right)} + 1, \quad (3)$$

де β – відношення часу відповідно більшому значенню фактора (t_{\max}) до часу, відповідного меншому значенню фактора (t_{\min}), визначаємо за формулою:

$$\beta = \frac{t_{\max}}{t_{\min}}. \quad (4)$$

Після визначення числа факторів, визначають величину інтервалу за формулою:

$$H = \frac{\phi_{\max} - \phi_{\min}}{n - 1}, i \in \mathbb{N}. \quad (5)$$

Числові значення факторів за формулою:

$$\phi_i = \phi_{\min} + H(i - 1). \quad (6)$$

Щоб уникнути інтерполяції нормативів часу на ділянці інтервалу між меншим та більшим значенням фактора, час визначають за формулою для середнього значення фактора у кожному інтервалі.

Заповнюють таблицю нормативів, вписують певний середній час під верхнім значенням фактора інтервалу.

Такий розрахунок і побудова таблиці дозволяють уникнути інтерполяції з

дотриманням вимагаємої точності. В цьому випадку, при використанні таблиці на інтервалі від меншого значення фактора до його більшого значення приймають час, встановлений для більшого значення фактора, а в заголовку таблиці пишуть: «Значення фактора (розміреність) «до»».

Розглянемо складання нормативної таблиці для прикладу, залежність часу від одного нормоутворюючого фактора.

Приклад. Необхідно скласти таблицю нормативів часу на підготовку тріщини деталі під заварювання. Мінімальна довжина тріщини $L=25$ мм, максимальна довжина $L=400$ мм. Емпірична формула залежності:

$$t = 0,0132L + 2,6xв. \quad (7)$$

Рішення:

1. Приймаємо точність значень часу – $\delta=10\%$.
2. Визначаємо допустиме відхилення часу за формулою 1:

$$\gamma = \left(\frac{100 + \delta}{100 - \delta} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{100 + 10}{100 - 10} - 1 \right) \times 100 = 22,2\%.$$

3. Користуючись даними таблиці, визначаємо β за формулою 4:

$$\beta = \frac{t_{\max}}{t_{\min}} = \frac{7,9}{2,9} = 2,72$$

4. Визначаємо кількість значень нормоутворюючих факторів за формулою 3:

$$n \geq \frac{\lg \beta}{\lg \left(1 + \frac{\gamma}{100} \right)} + 1 = \frac{\lg 2,72}{\lg \left(1 + \frac{22,2}{100} \right)} + 1 \approx 6,2$$

Приймаємо $n=7$.

5. Визначаємо величину інтервалу за формулою 5:

$$H = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{n - 1} = \frac{400 - 25}{7 - 1} = \frac{375}{6} = 62,5$$

6. Визначаємо числові значення фактора за формулою 6:

Приймаємо:

$L_1 = L_{\min} = 25$ мм	
$L_2 = L_{\min} + H(i - 1) = 25 + 62,5 = 87,5$ мм	85 мм
$L_3 = 25 + 62,5 \cdot 2 = 150$ мм	150 мм
$L_4 = 25 + 62,5 \cdot 3 = 212,5$ мм	210 мм
$L_5 = 25 + 62,5 \cdot 4 = 275$ мм	270 мм
$L_6 = 25 + 62,5 \cdot 5 = 337$ мм	340 мм
$L_7 = 25 + 62,5 \cdot 6 = 400$ мм	400 мм

7. Визначаємо середнє значення фактора в кожному інтервалі.

Для першого інтервалу $\frac{25 + 85}{2} = 55$ мм

Для другого інтервалу $\frac{85 + 150}{2} = 116$ мм

Для третього інтервалу $\frac{150 + 210}{2} = 180$ мм

Для четвертого інтервалу $\frac{210 + 270}{2} = 240$ мм

$$\begin{aligned} \text{Для п'ятого інтервалу} \quad & \frac{270 + 340}{2} = 310 \text{ мм} \\ \text{Для шостого інтервалу} \quad & \frac{270 + 340}{2} = 370 \text{ мм} \end{aligned}$$

Примітка. Якщо нормоутворюючими факторами є стандартизовані величини (різьба, свердлення під різьбу та інше) то в таких випадках нормативні величини визначають на конкретні значення фактора, тобто не розраховують ряд геометричної прогресії і середнє значення функції на інтервалі.

8. Визначаємо затрати часу, які відповідають середнім значенням факторів, за формулою 7.

$$\begin{aligned} t &= 0,0132L + 2,6 \text{ хв.} \\ t_1 &= 0,0132 \cdot 25 + 2,6 = 2,93 \text{ хв.} \\ t_2 &= 0,0132 \cdot 55 + 2,6 = 3,32 \text{ хв.} \\ t_3 &= 0,0132 \cdot 116 + 2,6 = 4,12 \text{ хв.} \\ t_4 &= 0,0132 \cdot 180 + 2,6 = 4,86 \text{ хв.} \\ t_5 &= 0,0132 \cdot 240 + 2,6 = 5,75 \text{ хв.} \\ t_6 &= 0,0132 \cdot 310 + 2,6 = 6,66 \text{ хв.} \\ t_7 &= 0,0132 \cdot 370 + 2,6 = 7,45 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Округляємо значення часу до десятої долі хвилини, складаємо таблицю нормативів.

Таблиця 3— Затрати часу на підготовку тріщини до заварювання (штучний час)

Довжина тріщини, мм до	25	85	150	210	270	340	400
Затрати часу, хв.	2,9	3,3	4,1	4,9	5,8	6,7	7,5

Розглянемо приклад складання нормативної таблиці у випадку залежності затрат часу від двох нормоутворюючих факторів.

Приклад. Необхідно скласти таблицю нормативів оперативного часу на електродугове зварювання листової сталі стиковим V- подібним швом для товщини листа h , яка змінюється від 5 до 25мм та довжини шва L , яка змінюється від 50 до 500мм. Емпірична формула залежності зміни затрат часу від зміни нормоутворюючих факторів (виведена вище) має вигляд:

$$t = 0,55h + 0,028L + 2,06 \text{ хв.}$$

Рішення:

1. Приймаємо точність значень часу $\delta=10\%$.
2. Визначаємо допустиме відхилення часу за формулою 1:

$$\gamma = \left(\frac{100+10}{100-10} - 1 \right) \times 100 = 22,2\%$$

3. Визначаємо кількість значень факторів:
 - а) для товщини матеріалу h , користуючись таблицею (складеною вище) визначаємо β за формулою 4:

$$\beta = \frac{t_{\max}}{t_{\min}} = \frac{23}{7} = 3,38$$

Тоді кількість значень факторів за формулою 3:

$$n_h \geq \frac{\lg 6,2}{\lg \left(1 + \frac{\gamma}{100}\right)} + 1 = \frac{\lg 3,38}{\lg \left(\frac{100 + 22,2}{100}\right)} + 1 \approx 7,3$$

Приймаємо $n_h=8$.

б) для довжини шва L (користуючись таблицею складеною вище), визначаємо β за формулою 4:

$$\beta = \frac{31}{5} = 6,2$$

Тоді кількість значень фактора – довжини шва визначаємо за формулою 3:

$$n_L \geq \frac{\lg 6,2}{\lg \left(\frac{100 + 22,2}{100}\right)} + 1 = \frac{0,792}{0,089} + 1 = 9,9$$

Приймаємо $n_L=10$.

4. Визначаємо інтервали між значеннями факторів за формулою 5:

$$H_h = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{n_h - 1} = \frac{25 - 5}{8 - 1} = 2,9 \text{ мм}$$

Приймаємо $H_n=3 \text{ мм}$.

$$H_L = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{n_L - 1} = \frac{500 - 50}{10 - 1} = 50 \text{ мм}$$

5. Визначаємо числові значення факторів за формулою 6:

$$\begin{aligned} L_1 &= L_{\min} = 50 \text{ мм}; \\ h_1 &= h_{\min} = 5 \text{ мм}; & L_2 &= 50 + 50 \cdot 1 = 100 \text{ мм}; \\ h_2 &= 5 + 3 = 8 \text{ мм}; & L_3 &= 50 + 50 \cdot 2 = 150 \text{ мм}; \\ h_3 &= 5 + 3 \cdot 2 = 11 \text{ мм}; & L_4 &= 50 + 50 \cdot 3 = 200 \text{ мм}; \\ h_4 &= 5 + 3 \cdot 3 = 14 \text{ мм}; & L_5 &= 50 + 50 \cdot 4 = 250 \text{ мм}; \\ h_5 &= 5 + 3 \cdot 4 = 17 \text{ мм}; & L_6 &= 50 + 50 \cdot 5 = 300 \text{ мм}; \\ h_6 &= 5 + 3 \cdot 5 = 20 \text{ мм}; & L_7 &= 50 + 50 \cdot 6 = 350 \text{ мм}; \\ h_7 &= 5 + 3 \cdot 6 = 23 \text{ мм}; & L_8 &= 50 + 50 \cdot 7 = 400 \text{ мм}; \\ h_8 &= 5 + 3 \cdot 7 = 26 \text{ мм}; & L_9 &= 50 + 50 \cdot 8 = 450 \text{ мм}; \\ & & L_{10} &= 50 + 50 \cdot 9 = 500 \text{ мм}; \end{aligned}$$

6. Визначаємо середнє значення факторів у кожному інтервалі:

Для h :

$$\begin{aligned} \text{Для першого інтервалу} & \quad \frac{5+8}{2} = 6,5 \text{ мм.} \\ \text{Для другого інтервалу} & \quad \frac{8+11}{2} = 9,5 \text{ мм.} \\ \text{Для третього інтервалу} & \quad \frac{11+14}{2} = 12,5 \text{ мм.} \\ \text{Для четвертого інтервалу} & \quad \frac{14+17}{2} = 15,5 \text{ мм.} \\ \text{Для п'ятого інтервалу} & \quad \frac{17+20}{2} = 18,5 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\text{Для шостого інтервалу} \quad \frac{20+23}{2} = 21,5 \text{ мм.}$$

$$\text{Для сьомого інтервалу} \quad \frac{23+26}{2} = 24,5 \text{ мм.}$$

Для L:

$$\text{Для першого інтервалу} \quad \frac{50+100}{2} = 75 \text{ мм.}$$

$$\text{Для другого інтервалу} \quad \frac{100+150}{2} = 125 \text{ мм.}$$

$$\text{Для третього інтервалу} \quad \frac{150+200}{2} = 175 \text{ мм.}$$

$$\text{Для четвертого інтервалу} \quad \frac{200+250}{2} = 225 \text{ мм.}$$

$$\text{Для п'ятого інтервалу} \quad \frac{250+300}{2} = 275 \text{ мм.}$$

$$\text{Для шостого інтервалу} \quad \frac{300+350}{2} = 325 \text{ мм.}$$

$$\text{Для сьомого інтервалу} \quad \frac{350+400}{2} = 375 \text{ мм.}$$

$$\text{Для восьмого інтервалу} \quad \frac{400+450}{2} = 425 \text{ мм.}$$

$$\text{Для дев'ятого інтервалу} \quad \frac{450+500}{2} = 475 \text{ мм.}$$

7. Визначаємо затрати часу, які відповідають середнім значенням факторів, за формулою:

$$t = 0,55h + 0,028L + 2,06$$

Розрахунки та їх результати заносимо до таблиці 4.

8. Розрахований час округляємо до десятих долей хвилин та складаємо таблицю нормативів оперативного часу (таблиця 5).

Таблиця 4

Середнє значення довжини шва, мм	0,028L	Середнє значення товщини листів, h мм							
		5	6,5	9,5	12,5	15,5	18,5	21,5	24,5
		0,55h							
		2,72	3,42	4,99	6,57	8,15	9,72	11,30	12,90
		час $t = 0,55h + 0,028L + 2,06$ хв.							
50	1,4	6,54	7,24	8,81	10,39	11,97	13,54	15,12	16,72
75	2,1	7,24	7,94	9,51	11,09	12,67	14,24	15,82	17,42
125	3,5	8,64	9,34	10,91	12,49	14,07	15,64	16,92	18,82
175	4,9	10,04	10,74	12,31	13,89	15,47	17,04	18,62	20,22
225	6,3	11,44	12,14	13,71	15,29	16,87	18,44	20,02	21,62
275	7,7	12,84	13,54	15,11	16,69	18,27	19,84	21,42	23,02
325	9,1	14,24	14,44	16,51	18,09	19,67	21,94	22,88	24,42
375	10,5	15,64	16,14	17,71	19,29	20,87	22,44	24,02	25,62
425	11,9	17,04	17,74	19,31	20,89	22,47	24,04	25,62	27,22
475	13,3	18,44	19,14	20,71	22,29	23,87	25,24	27,02	28,62

Зварювання стиковим V- подібним швом. Електрод з крейдовою обмазкою.
Оперативний час, хв.
Ручне електродугове зварювання.

Таблиця 5

Довжина шва, мм (до)	Товщина зварюємого матеріалу, мм (до)							
	5	8	11	14	17	20	23	25
50	6,5	7,2	8,8	10,4	12,0	13,5	15,1	16,7
100	7,2	7,9	9,5	11,1	12,7	14,2	15,8	17,4
150	8,6	9,3	10,7	12,5	14,1	15,6	16,9	18,8
200	10,0	10,7	12,3	13,9	15,5	17,0	18,6	20,2
250	11,4	12,1	13,7	15,3	16,9	18,4	20,0	21,6
300	12,8	13,5	15,1	16,7	18,3	19,8	21,4	23,0
350	14,2	14,9	16,5	18,1	19,7	21,2	22,8	24,4
400	15,6	16,1	17,7	19,3	20,9	22,4	24,0	25,6
450	17,0	17,8	19,3	20,9	22,5	24,0	25,6	26,2
500	18,4	19,1	20,7	22,3	23,9	25,2	27,0	28,6

Таким чином, використання розробленої методики визначення норм часу на виконання ручних та машино-ручних операцій, при ремонті обладнання, дасть можливість реформувати ремонтне виробництво та підвищити якість ремонту.

Список літератури

1. Л. Фільштейн Праця. Техніко-економічне та соціальне нормування. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2007.–88с.
2. І.В. Багрова Нормування праці. – ДУЕП. «Центр навчальної літератури» – К.: 2003. – 212с.
3. В.С. Мороз. Визначення залежності зміни затрат часу від двох або більшої кількості нормоутворюючих факторів. Наукові праці: КНТУ: економічні науки. Збірник наукових праць. – Кіровоград КНТУ, 2008.- Вип. 13 Ч. 1.- С.215-221.

В статье обосновывается методика определения оперативного времени на выполнение ручных и машино-ручных операций, которые используются при ремонте оборудования.

In the article the method of determination of operative time is grounded on implementation of hand and mechanized operations which are used for repair of equipment.

Одержано 15.05.09